

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-223415

(P2000-223415A)

(43)公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int.Cl.  
 H 01 L 21/027  
 G 03 F 7/20  
 G 21 K 1/08

識別記号  
 5 2 1

F I  
 H 01 L 21/30 5 3 1 A  
 G 03 F 7/20 5 2 1  
 G 21 K 1/06 A  
 H 01 L 21/30 5 2 7

マークト (参考)

審査請求 未請求 請求項の数58 ○ L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願2000-19201(P2000-19201)  
 (22)出願日 平成12年1月27日 (2000.1.27)  
 (31)優先権主張番号 09/238976  
 (32)優先日 平成11年1月27日 (1999.1.27)  
 (33)優先権主張国 米国 (U.S.)

(71)出願人 595118744  
 エスヴィージー リトグラフィー システムズ インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 コネチカット ウィルトン ダンパリー ロード 77  
 (72)発明者 ドナルド ジー コッホ  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア バーバンク パークサイド アヴェニュー 1913  
 (72)発明者 ジェイムズ ピー マックガイア  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア ハサデナ カウイー ドライヴ 1720  
 (74)代理人 100061815  
 弁理士 矢野 敏雄 (外3名)

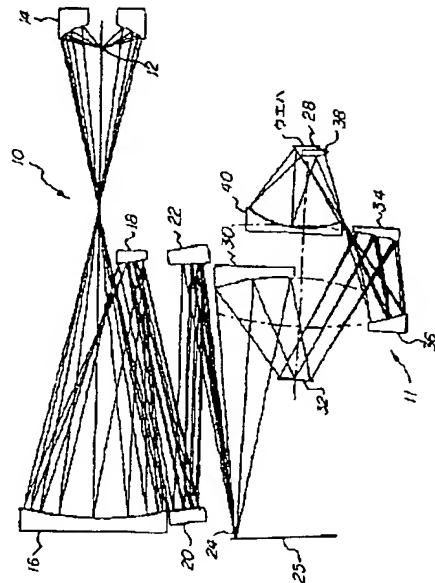
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 リソグラフィのための照明装置のコンデンサおよび構成方法

## (57)【要約】

【目的】 写真リソグラフィにおいて使用できる必要な照射と角度分布、ビュービルフィルまたは放射強度を持つ、前もって決められた視野または領域にわたって必要な照射を供給する、改良された照明装置とコンデンサを提供する。

【構成】 照明装置において、1つの電磁放射のソースと、前記ソースからの電磁放射を受け取る第1のファセットされたミラーと、前記第1のファセットされたミラーから反射される電磁放射を受ける第2のファセットされたミラーとを含み、それによって、前もって決められた照明野が形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照明装置において、  
1つの電磁放射のソースと、  
前記ソースからの電磁放射を受け取る第 1 のファセット  
されたミラーと、  
前記第 1 のファセットされたミラーから反射される電磁  
放射を受ける第 2 のファセットされたミラーとを含み、  
それによって、前もって決められた照明野が形成され  
る、ことを特徴とする照明装置。

【請求項 2】 前記ソースからの電磁放射を集め、そし  
て反射し、そして電磁放射を前記第 1 のファセットした  
ミラーに向けるために位置決めされる 1 つの反射器をさ  
らに含む、請求項 1 記載の照明装置。

【請求項 3】 第 2 のファセットされたミラーからの電  
磁放射を受け取るために位置決めされた中継器をさらに  
含む、請求項 1 記載の照明装置。

【請求項 4】 前記第 1 のファセットされたミラーが前  
記第 2 のファセットされたミラーの上に複数の前記ソ  
ースのイメージを形成し、  
前記第 2 のファセットされたミラーが望ましい放射強度  
の、前もって決定された形状を持っている照明野を形成  
するために電磁放射を向け直す、請求項 1 記載の照明装  
置。

【請求項 5】 前記第 1 および第 2 のファセットされた  
ミラーが複数の凹面ミラー表面を含んでいる、請求項 1  
記載の照明装置。

【請求項 6】 前記第 1 のファセットされたミラーの複  
数の凹面ミラーのそれそれがアーチ状の形状を持ってい  
る、請求項 5 記載の照明装置。

【請求項 7】 前記第 2 の反射性の鏡の目の複数の凹面  
ミラーのそれそれが長方形の形状を持つ、請求項 5 記載  
の照明装置。

【請求項 8】 前記第 1 のファセットされたミラーの前  
記複数の凹面ミラーが全体的に凹形の形状を形成する、  
請求項 5 記載の照明装置。

【請求項 9】 前記第 2 のファセットされたミラーの前  
記複数の凹面ミラーが全体的に凸の形状を形成する、  
請求項 5 記載の照明装置。

【請求項 10】 前記複数の凹形ミラーが傾斜配置され  
てあり、それによって、エネルギーが斜め通りに分布さ  
れる、請求項 5 記載の照明装置。

【請求項 11】 必要な照射分布が提供される、請求項  
5 記載の照明装置。

【請求項 12】 前記複数の凹形のミラーが、異なる光  
パワーを有している、請求項 5 記載の照明装置。

【請求項 13】 電磁放射は極紫外線域における波長を  
有している、請求項 1 記載の照明装置。

【請求項 14】 前記ファセットされたミラーは少なく  
とも  $3 \times 10$  のミラーアレイを含み、  
前記ファセットは、少なくとも  $6 \times 6$  のミラーアレイを

含む、請求項 1 記載の照明装置。

【請求項 15】 照明装置において、  
1つの極紫外線の電磁放射のソースと、  
前記ソースの多数のイメージを形成するために前記ソ  
ースからの電磁放射を受けるように位置決めされた第 1 の  
反射形鏡の目装置と、  
前記第 1 の反射形鏡の目装置から受け取られたソースの  
多数のイメージを重ね合わせるために、そして前もって決  
められた放射強度と前もって決められた形状を持つ照明  
野を形成するために、前記第 1 の反射形鏡の目装置によ  
って反射され、そしてイメージされた電磁放射を受ける  
ために位置決めされた第 2 の反射形鏡の目装置とを含  
む、ことを特徴とする照明装置。

【請求項 16】 前記ソースからの電磁放射を集め、そし  
て電磁放射を前記第 1 の反射形鏡の目装置に向けて反  
射させるために、前記ソースからの電磁放射を受けるよ  
うに位置決めされた反射装置をさらに含む、請求項 15  
記載の照明装置。

【請求項 17】 前記第 2 の鏡の目装置から反射された  
電磁放射を受けるために位置決めされた中継装置を含  
む、請求項 15 記載の照明装置。

【請求項 18】 前記第 1 の反射形鏡の目装置は、多く  
の凹形ミラーを含む第 1 のミラーアレイを含んでおり、  
前記第 2 の反射形の鏡の目装置は、多くの凸形ミラーを  
含む第 2 のミラーアレイを含んでいる、請求項 15 記載  
の照明装置。

【請求項 19】 前記第 1 の反射形鏡の目装置が、1 つ  
の総合的全体的な凹表面を含み、  
前記第 2 の反射形の鏡の目装置は、総合的全体的な凸状  
表面を含む、請求項 15 記載の照明装置。

【請求項 20】 総合的全体的な凹形の表面が放物線で  
ある、請求項 19 記載の照明装置。

【請求項 21】 前記第 1 ミラーアレイの複数の凹形の  
ミラーのそれそれが傾けられており、  
前記第 2 ミラーアレイの複数の凹面ミラーのそれそれが  
傾けられて、照明野においてイメージを重ね合わせるこ  
とができる、請求項 18 記載の照明装置。

【請求項 22】 必要な照射分布が提供される、請求項  
18 記載の照明装置。

【請求項 23】 前記第 1 および第 2 のミラーアレイ内  
の複数の凹形のミラーは、異なる光パワーを有し、  
それによって、焦点は第 2 のミラーアレイおよび照明野  
において維持される、請求項 18 記載の照明装置。

【請求項 24】 照明装置において、  
1つの極紫外線の電磁放射のソースと、  
電磁放射を反射する 1 つの反射器と、  
第 1 のベースとを含み、  
前記第 1 のベースは第 1 の形状の表面を有し、  
第 1 の形状である表面上に形成された、そして電磁放射  
を受けてそれを反射するために位置決めされている、第

1の複数のアーチ形のファセットを有する第1の反射形鏡の目と、

第2のベースとを含み、

前記第2のベースは第2の形状の表面を有し、

第2の形状の表面上に形成され、そして電磁放射を受け、そして反射するために位置決めされている、第2の複数のファセットを持つ第2の反射形の鏡の目と、

第2の複数のファセットに前記ソースをイメージするために位置決めされた第1の複数のファセットと、

必要な照射と放射強度を持っているアーチ形の照明野を形成するために位置決めされている第2の複数のファセットとを含む、ことを特徴とする照明装置。

【請求項25】 第1の複数のアーチ形のファセットは、ランダムに傾けられていて、第2の複数のファセット上にエネルギーを分布する、請求項24記載の照明装置。

【請求項26】 前記第1および第2の反射形の鏡の目における複数のファセットは、異なる光パワーを有し、それによって、焦点が維持されて、そして前記第1および第2のベース表面における変更は、製造および整列における支援を得て行うことができる、請求項24記載の照明装置。

【請求項27】 前記第2の反射形鏡の目から反射された電磁放射を受けるために位置決めされた中絶器をさらに含む、請求項24記載の照明装置。

【請求項28】 照明装置において、

1つの極紫外線の電磁放射のソースと、

電磁放射を反射する1つの構円の反射鏡と、

凹面形状の表面を持っている第1のベースと、

凹形の形状の表面に形成された、第1の複数のアーチ形の凹形ファセットのある第1の反射形鏡の目とを含み、第1の複数のアーチ形の凹面ファセットのそれぞれは、

前もって決められた位置と傾斜を持っていて、電磁放射を受けて、そしてそれを反射し、

凸形状表面を持っている第2のベースを含み、

前記第2のベースは前記第1の反射形鏡の目から反射した電磁放射を受けるために位置決めされており、

凸形状表面上に形成された第2の複数の凹形のファセットを持つ第2の反射形鏡の目を含み、

第2の複数の凹形のファセットのそれぞれは、電磁放射を受けて、そして反射するような、前もって決められた位置と傾斜を持っており、

第一の複数のファセットのそれぞれは、前もって決められた位置と傾斜を持っていて、第2の複数のファセット上に前記ソースをイメージし、

それによって必要な照射と放射強度を持っているアーチ形の照明野が形成される、ことを特徴とする照明装置。

【請求項29】 第1の複数のアーチ形の凹形のファセットのそれぞれは、基準平面に対して負の11.5度と正の16度との間の傾斜範囲を有している、請求項26

記載の照明装置。

【請求項30】 第2の複数の凹形のファセットのそれは、基準平面に対して負の10度と正の10度との間の傾斜範囲を有している、請求項28記載の照明装置。

【請求項31】 前記第1の反射形の鏡の目は、少なくとも3×10のミラーアレイを含み、

前記第2の反射形の鏡の目は、少なくとも6×6ミラーアレイを含む、請求項28記載の照明装置。

【請求項32】 前記第1および第2の反射形の鏡の目におけるミラーが、異なる光パワーを有している、請求項28記載の照明装置。

【請求項33】 前記第2の反射形鏡の目から反射した電磁放射を受けるために位置決めされている中絶器をさらに含む、請求項28記載の照明装置。

【請求項34】 レチクルのイメージを感光性の基板上に投影する照明装置のためのコンデンサにおいて、ソースの多数のイメージを形成するためにソースからの電磁放射を受けるように位置決めされている第1の反射形鏡の目装置と、

前記第1の反射形鏡の目装置によって形成された多数イメージを重ね合わせ、そして前もって決められた放射強度と形状とを持っている照明野を形成するために、前記第1の反射形鏡の目装置によって反射され、イメージされた電磁放射を受けるように位置決めされた第2の反射形の鏡の目装置とを含む、ことを特徴とする照明装置のためのコンデンサ。

【請求項35】 ソースからの電磁放射を集め、そして電磁放射を前記第1の反射形鏡の目装置に反射するために、ソースからの電磁放射を受けるように位置決めされている反射器装置をさらに含む、請求項34記載のコンデンサ。

【請求項36】 前記第2の反射形の鏡の目装置から反射された電磁放射を受けるために位置決めされている中絶器をさらに含む、請求項34記載のコンデンサ。

【請求項37】 前記第1および第2の反射形の鏡の目装置がそれぞれ、ミラーアレイを含む、請求項34記載のコンデンサ。

【請求項38】 第1の反射形鏡の目装置のミラーアレイ内の各ミラーが、前もって決められた範囲の中でランダムに傾けられており、

第2の反射形鏡の目装置のミラーアレイ内のミラーの傾斜が、照明野を補償し、そして形成するに使用される、請求項37記載のコンデンサ。

【請求項39】 ミラーアレイ内のミラーが、異なる光パワーを有している、請求項37記載のコンデンサ。

【請求項40】 レチクルのイメージを感光性の基板上に投影するに用いられる照明装置のためのコンデンサにおいて、

1つのアレイを形成する第1の複数のミラーを含む第1

の反射形鏡の目を含み、

第1の複数のミラーのそれぞれは、前もって決められた転置および角度傾斜を有しており、

1つのアレイを形成する第2の複数のミラーを含む第2の反射形の鏡の目を含み、

第2の複数のミラーのそれぞれは、前もって決められた転置および角度傾斜を有しており、

第1の複数のミラーから反射された電磁放射は、第2の複数のミラーによって受け取られ、

その結果、第1および第2の複数のミラーの前もって決められた転置と角度的な傾斜とは、必要な放射強度を持つ前もって決められた形状の照明野を形成する結果を生じさせる、ことを特徴とする照明装置のためのコンデンサ。

【請求項4-1】 前記第2の反射形鏡の目から反射された電磁放射を受けるために位置決めされた中絞器をさらに含む、請求項4-0記載のコンデンサ。

【請求項4-2】 第1および第2の複数のミラーの角度的な傾斜が前もって決められた範囲の中でランダムである、請求項4-0記載のコンデンサ。

【請求項4-3】 レチクルのイメージを感光性の基板上に投影するのに用いられる照明装置のためのコンデンサにおいて、

ソースからの電磁放射を受けて、ソースの多数イメージを形成するために位置決めされた第1のファセットされたミラーと、

前記第1のファセットミラーによってソースが形成されるならば、多数イメージを受け取るために、そして前記第1のファセットされたミラーによって形成された多数イメージを重ね合わせるために、位置決めされた第2のファセットされたミラーとを含み、

それによって、前もって決められた放射強度と形状を持っている照明野が形成される、ことを特徴とする照明装置のためのコンデンサ。

【請求項4-4】 前記第1のファセットされたミラーがアーチ形のファセットを含む、請求項4-3記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項4-5】 前記第1および第2のファセットされたミラーが、かなりの数のファセットを有しており、それによって、照明野における一様性を調整するためにファセットの数が変えられる、請求項4-3記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項4-6】 前記第1のファセットされたミラーによって受け取られる照明領域は、サイズ的に調整される、請求項4-3記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項4-7】 前記第1および第2のファセットされたミラーにはそれぞれ、かなりの数のファセットがあり、

照明野における放射強度を変更するためにファセットの数が変えられる、請求項4-3記載の照明装置のためのコン

デンサ。

【請求項4-8】 第1および第2のファセットされたミラーのファセットの数の間の相関関係が変更され、

それによって、放射強度を変更することができる、請求項4-7記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項4-9】 第2のファセットされたミラーのかなりの数のファセットのサイズ、形状およびロケーションが変更できる、請求項4-7記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項5-0】 第2のファセットされたミラー上に形成されたソースの多数イメージの位置が、第1のファセットされたミラーのかなりの数のファセットのそれを傾けることによって変えられる、請求項4-7記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項5-1】 前記第2のファセットされたミラーによって受け取られる多数イメージの焦点が、前記第1のファセットされたミラーのかなりの数のファセットの軸位置を変えることによって得られる、請求項4-7記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項5-2】 前記第2のファセットされたミラーによって受け取られる多数イメージの焦点が、前記第1のファセットされたミラーのかなりの数のファセットの光パワーを変えることによって得られる、請求項4-7記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項5-3】 前記第2のファセットされたミラーによって受け取られる多数イメージの焦点が、前記第1のファセットされたミラーのかなりの数のファセットの軸位置および光パワーの組み合わせを変えることによって得られる、請求項4-7記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項5-4】 照明野において形成された多数イメージの焦点が、前記第2のファセットされたミラーのかなりの数のファセットの軸位置を変えることによって得られる、請求項4-7記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項5-5】 照明野において形成された多数イメージの焦点が、前記第2のファセットされたミラーのかなりの数のファセットの光パワーを変えることによって得られる、請求項4-7記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項5-6】 照明野において形成された多数イメージの焦点が、前記第2のファセットされたミラーのかなりの数のファセットの軸位置および光パワーの組み合わせを変えることによって得られる、請求項4-7記載の照明装置のためのコンデンサ。

【請求項5-7】 望ましくない掩蔽は、前もって決められたエネルギーを受ける第1のファセットミラーのファセットの数を、第2のファセットされたミラーに相関させることによって排除され、

それによって、望ましくない掩蔽の無意味なエネルギーが排除される、請求項4-3記載の照明装置のためのコン

デンサ、

【請求項58】 必要な放射強度があり、前もって決められた形状を持っている照明野を形成する方法において、

電磁放射のソースを提供することと、

ソースからの複数のイメージを形成することと、

照明野を形成する複数のイメージを向け直すこととを含む、ことを特徴とする照明野を形成する方法、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は一般的にはコンデンサ、および半導体製造におけるフォトリソグラフィで使用されるような、感光性基板上にレチクルのイメージを映し出すための照明装置に関する。そしてより特定すれば、必要な照射および必要な角度分布、ビューピルフィルまたは放射強度を形成するための反射形鏡の目、ファセットミラーまたはミラー・アレイを持っている、極紫外線またはソフトなエックス線波長における使用に適したコンデンサに関する。

【0002】

【従来の技術】 写真リソグラフィは、多くのデバイスの、特に電子または半導体装置の、製造においてしばしば使用されている。写真製版の過程では、レチクルまたはマスクのイメージは感光性の基板上に投影される。感光性の基板上に結像されることが望まれる素子またはフィーチャのサイズが以前より小さくなるに従って、技術的な問題がしばしば起こってきた。これらの問題の1つは、そのイメージを感光性の基板上に投影することができるようレチクルまたはマスクを照明することである。半導体デバイスの素子またはフィーチャのサイズがかつてより小さくなるに従い、0.13マイクロメートル未満の分解能を提供する写真製版のシステムが必要である。これらの比較的小な素子またはフィーチャサイズのイメージを達成するために、より短い波長の電磁波が、レチクルまたはマスクのイメージを感光性の基板上に投影するのに使用されなければならない。従って、写真製版のシステムが15.7ナノメートル未満の、そしておよそ1ナノメートルのソフトなエックス線波長にまで至る、極紫外線の波長において作動することがしばしば必要である。加えて、必要な分解能と結像能力を持っている投影光学装置は、しばしばリング状の場の部分を利用して、そのような結果をもたらす。写真リソグラフィで使用されるそのような投影光学装置の1つは、Williamson氏によって1998年9月29日に出願された“High Numerical Aperture Ring Field Optical Reduction System”と題する米国特許第5,815,310号において説明されている。その特許は全体として本明細中に参照されて取り込まれている。そこに明らかにされた投影の光学システムは0.03ミクロンの動作分解能を実現させることができるが、感光性の基板上にレチクルまた

はマスクのイメージを投影するのに必要な照明の特性を提供することができる。わずかな照明ソースまたは照明システムがある。1つの照明用システムはWhite氏によって1994年6月16日に出願された“Device Fabrication Entailing Plasma-Derived X-Ray Delineation”と題する米国特許第5,339,346号において開示されている。そこで開示されているのは、1つの軸の周りに対称的に置かれた、対のファセットを含むようにファセットされたコレクタレンズを持つレーザーボンブされたプラズマソースと共に使用するためのコンデンサである。別の照明用システムは、Oshino氏によって1997年10月14日に出願された“ Illuminating Apparatus”と題する米国特許第5,677,939号で開示されている。そこに明らかにされているのは、アーチ形のパターンで対象物を照明するための照明システムである。この照明用システムは、回転の放物線状円環体のボディーを持つ1つの反射用ミラーと、そして1つの反射タイプ光学積分器とを有している。この積分器は、メリドイナル方向において限界的な照明を行う反射用表面と、そしてサジタル方向においてケーラー照明を行う反射用表面とを有している。別の照明用システムは、Sweatt氏によって1996年4月30日に出願された“Condenser For Illuminating A Ring Field Camera With Synchrotron Emission Light”と題する米国特許第5,276,769号において開示されている。この特許は全体として参考されて本明細書に取り込まれている。そこに開示されているのは、光線ビームを集めための凹面および凸球体ミラーと、光線ビームをカメラの本当の入り口のビューピルに一点に集めて方向付けする平たんなミラーと、そしてレジスト性マスクを通して、そしてカメラのバーチャル入り口のビューピル内に入って、本当の入り口のビューピルに結像させるための球体のミラーとを含むコンデンサである。別の照明用システムはSweatt氏によって1994年11月1日に出願された“Condenser For Illuminating A Ring Field”と題する米国特許第5,361,292号に開示されている。そこでは、放射を集め、そしてアーチ形の焦点の1つのセットを発生させるためにセグメント化された非球面のミラーを使用するコンデンサが開示されている。次にその焦点は他のミラーに移されて、そして回転され、その結果、すべてのアーチ形の領域がマスクに重ねられる。別の照明装置がStanton氏によって1997年5月20日に出願された“Hybrid Illumination System For Use in Photo Lithography”と題する米国特許第5,631,721号に開示されている。これは全体として本明細書中に参照されて組み込まれている。そこに開示されているのは、1つの多イメージの光学素子、1つのコンデンサ、そして1つのアレイまたは回折性の光学素子である。

【0003】 しかしながら、これら先駆の照明装置は必要な照明を提供しないかもしれません、また比較的複雑であ

る。加えて、これらのシステムの多くは比較的大きく、多くの表面を有しているためにエネルギーの損失も発生する。それらのいくつかは、整列させることも難しくて、そして調整を必要とするかもしれない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従って、写真リソグラフィにおいて使用するために必要な照射と角度分布、ビュービルフィルまたは放射強度をもって、前もって決められた視野または領域にわたって必要な照射を供給する、極紫外線域において使用できる、改良された照明装置とコンデンサの必要がある。

【0005】

【課題を解決するための手段】写真リソグラフィで用いられる、レチクルのイメージを感光性の基板に投影する際に使用される照明ソースまたはコンデンサは、前もって予定されたように位置決めされた複数のファセットまたは素子を持つファセットされたミラーまたはミラーアレイを持つ第1の反射形の鏡の目と、前もって予定されたように位置決めされたファセットまたは素子を持つファセットされたミラーまたはミラーアレイを持つ第2の反射形の鏡の目とを有しており、必要な放射強度、ビュービルフィル、または角度分布を作り出す。極紫外線の電磁放射のソースは、アーチ形の形状のファセットまたは素子を持つ第1の鏡の目またはミラーアレイに提供される。このアーチ形の形状のファセットまたは素子は、第2の反射形の鏡の目またはミラーアレイ内の対応するファセットにおいてソースのイメージを作り出すように位置決めされる。必要な放射強度を伴う必要な形状と照射、ビュービルフィル、または角度分布が得られる。コンパクトなパッケージの中に高い効率が得られる状態で、アーチ形の照明野またはイメージが形成される。本発明の照明装置は、極紫外線域内の、そして1ナノメートルからおよそ167ナノメートルまでの範囲の電磁放射を利用して0.025ミクロンの小さいフィーチャサイズのイメージ結像を容易にする。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明は、照明装置に、そして特に、必要な照明を提供する極紫外線のスペクトラル帯において使用されるコンデンサに向けられている。反射鏡は、ソースから電磁放射波を集めて、そしてそれを第1反射形鏡の目、ファセットミラーまたはミラーアレイに向ける。第1反射形鏡の目またはミラーアレイは、最もしくはアーチ形の形状を持つ素子またはファセットを有している。第1反射形鏡の目またはミラーアレイは、ベース表面の上面に表面偏向のある、多くの個々の素子またはファセットを持っている。この表面偏向は、第2反射形鏡の目、ファセットミラーまたはミラーアレイにおいて必要な照射、そして必要な角度分布、ビュービルフィルまたは放射強度を結果として生じさせる。第2の反射形鏡の目またはミラーアレイは、第1の反射形鏡の目

またはミラーアレイからの電磁波を受けるために位置決めされる。必要な形状を持つ必要な放射強度は、感光性の基板上への投影のためにレチクルに中絶される。

【0007】従って、感光性の基板上への投影のために必要な照明をレチクルに提供することが本発明の目的である。

【0008】アーチ形の照明野が形成されることは、本発明の利点である。

【0009】必要な照射および必要な放射強度またはビュービルフィルが得られることは、本発明の一層の利点である。

【0010】ファセットの数を変化させることによって、そして受け取られる照明のサイズを調節することによって、一様性が調整され得ることは、本発明のさらに一層の利点である。

【0011】ファセットまたはサイズ、形状およびファセットの位置の間の相関関係を変えることによって、照明野における放射強度が変更され得ることは、まだ一層の利点である。

【0012】アーチ形ファセットを持つ、一般的に反射形凹形の第1の鏡の目またはミラーアレイが、第2反射形の鏡の目またはミラーアレイによってイメージされることとは本発明の特色である。

【0013】それぞれのファセットが表面偏向を持つようなファセットを持つ、一般的に凸状の第2の反射形鏡の目またはミラーアレイが、照明野における必要な照射と必要な放射強度を形成することは本発明の一層の特色である。

【0014】ファセットのパワーが必要な照明野を得られるように変更され得ることは、本発明のさらに一層の特色である。

【0015】これらの、そして他の目的、利点および特色は、以下の詳細な説明を見ることによって容易に明らかになるであろう。

【0016】

【実施例】図1は、本発明の照明装置またはコンデンサについて概略的に図示している。コンデンサ10はソース12を使用している。このソースはレーザープラズマソース、毛細放電チューブまたはシンクロトロンなどのような、極紫外線またはEUVのソースかもしれない。ソース12からの電磁波は、反射鏡14によって集められる。最もしくは、反射鏡14は、スペクトラルフィルタおよび／又は汚染コントロール WINDOWに関して中間的なイメージを提供するための精円形状がある。双曲線形状もまた、使用することができる。しかしながら、シンクロトロンソースに関しては、反射鏡14は当業技術者にとってよく知られている別の形態をとることが多い。Lopez-Delgado氏とSwarc氏による1976年のOptical Communications誌第19巻第2号の286～291ページを参照されたい。いくつかのアプリケーションに

においては、コレクタは完全に排除することができる、反射鏡 14 から反射する電磁波が、反射形鏡の目または第 1 ミラー・レイ 16 によって集められる。用語「反射形鏡の目またはミラー・レイ」は、ファセットミラーを含むか、またはファセットミラーを指すように意図されている。第 1 の反射形鏡の目またはミラー・レイ 16 から反射する電磁波は、第 2 の反射形鏡の目または第 2 のミラー・レイ 18 によって集められる。1 番目の反射形鏡の目またはミラー・レイ 16 は、多数の反射形素子またはミラーを持っている。これらの反射形素子またはミラーは、多くのソースイメージを第 2 の反射形鏡の目または第 2 ミラー・レイ 18 内の対応するファセット付近に形成するために使用される。第 2 の反射形鏡の目またはミラー・レイ 18 から反射された電磁波は、第 1 反射形光学素子 20 と、そして第 2 の反射形光学素子 22 とによって、イメージ平面または照明野 24 に中絶される。光学素子 20 および 22 のコンビネーションは、ほぼ第 2 の反射形鏡の目 18 の付近に位置している校リストップのイメージを、投影光学装置のビュービル内に中絶する。照明野 24 にわたるすべてのポイントに関して一定の角度分布を保存するために 1 番目と第 2 の光学素子 20 と 22 は、コマ補正される。第 1 の光学素子 20 と第 2 の光学素子 22 によって形成された中絶のコンビネーションおよび、第 2 の反射形鏡の目またはミラー・レイ 18 の各素子またはファセットとは、照明野または平面 24 において第 1 の反射形鏡の目またはミラー・レイ 16 の対応する素子の校りのイメージを重ね合わせる。照明野 24 はアーチ形の領域であって、そして少なくとも第 1 反射形鏡の目 16 は、照明野 24 を形成するアーチ形の領域に形状において類似の、アーチ形の校りを持つ素子またはファセットを持っていることが望ましい。これは、より効率的な照明を提供する。

【0017】図 2 は、投影光学装置 11 と組み合わせて使用される本発明の照明装置またはコンデンサ 10 を概略的に図示している。投影光学装置 11 はどんな投影光学装置であっても良いが、しかし望ましくは、Williamson 氏によって 1998 年 9 月 29 日に出版された "High Numerical Aperture Ring Field Optical Reduction System" と話す米国特許第 5, 815, 310 号に開示されているような減光投影光学装置である。これは参照されて本明細書中に取り込まれている。照明装置またはコンデンサ 10 は、必要な照射および必要な角度分布、ビュービルフィル、または放射強度を有する。アーチ形の形状であることが望ましいような、前もって決められた形状を持つ照明野 24 を形成する。しかしながら、どんな前もって決められた、または必要な、照射および放射強度も形成されることができる。アーチ形の照明野 24 が、感光性の基板 28 上に再生するべきイメージを含んでいるレチクル 25 を照明する。レチクル 25 から反射された電磁波放射は第 1 ミラー 30 によって受け取られ

れ、そして第 2 ミラー 32 に向けて反射され、第 2 のミラーはこれを第 3 ミラー 34 に反射し、第 3 ミラーはこれを第 4 ミラー 36 に反射し、第 4 ミラーはこれを第 5 ミラー 38 に反射し、第 5 ミラーはこれを第 6 ミラー 40 に反射し、第 6 ミラーはこの電磁波放射を反射して、感光性の基板 28 上にレチクル 25 のイメージを形成する。投影光学装置 11 は、1 倍満の倍率を有していることが望ましい。その結果、レチクル 25 のイメージは感光性の基板 28 において縮小される。

【0018】図 3A～C は、図 1 および 2 に図示される第 1 の反射形鏡の目、ファセットミラーまたはミラー・レイ 16 をより完全に図示している。図 3A は、反射形鏡の目またはミラー・レイ 16 を図示する見取り図である。第一の反射形の鏡の目またはミラー・レイ 16 は、ベース 41 を有している。ベース 41 には、凹形のベース表面 44 がある。凹形のベースの表面 44 上に取り付けられているのは、多くの反射形ファセットまたは素子 42 である。ファセット 42 は形状的にはアーチ形であり、そして凹形の表面を持っている。凹形のベースの表面 44 は、製作を簡素化するために球体とされるかもしれないが、しかしアーチ形の非球面のような、より複雑な形状は、より高いスループットを生じさせるので望ましいかもしれない。図 3A は、多くの列とカラムに分割される第 1 の反射形鏡の目またはミラー・レイ 16 について図示している。どんな数の列とカラムも適当であるとしても、6×6 3 のアレイが望ましいと決定されている。一般に、望ましい実施例内に備えられる特定の寸法は、米国特許第 5, 815, 310 号に開示されるような投影の光学減少システムのために設計される。しかしながら、本発明はアプリケーションに従って他の特定の寸法に適合させられるかもしれない。一様性における改良は、アレイサイズを増加させることによって達成されるかもしれない。第 1 の反射形の鏡の目またはミラー・レイ 16 の表面は、図 1 および図 2 に描かれていくように、第 2 の反射形鏡の目またはミラー・レイ内の対応するファセットをソースのイメージによって満たすために設計される。反射形鏡の目の位置決めまたは、軸の転置は、反射形鏡の目、または他の同等な方法を形成する素子またはファセットに連絡するピストンによって終了するかもしれない。さらに、それぞのファセットまたは素子の倍率または表面形状が、ピストンの必要性を排除するか、または物理的にファセットまたは素子を転置するように変更されるかもしれない。第 1 の反射形鏡の目またはミラー・レイ 16 の各素子またはファセット 42 がソースから電磁波を受けて、第 2 の反射形鏡の目またはミラー・レイ 16 を形成する单一のファセットまたは素子 42 のアーチ形の形状について図示している平面図である。望ましい実施例においては、ファセットまたは素

子42は、およそ7×93ミリメートルの寸法が望ましい。図3Cは、図3Bの線3C-3Cに沿って切り取られた断面図である。ファセットまたは素子42には、反射形凹形の表面46と凸状表面48とがある。凸状表面48は、凹形のベース表面44に近似的に合うかもしれない。しかしながら、表面44はまた、真っ直ぐまたは平坦であっても、あるいはいかなる他の適当な形状であっても良い。凹形のファセットまたは素子42は、約1.100から1.300ミリメートルの間の半径がある凹形反射形表面46を有することができる。図3Aに描かれているように、ファセットまたは素子42が、ベースの表面44上に取り付けられる。そのようにして表面から転覆し、角度的に傾いていることができる。

【0019】図4A～Cは、図1と2で図示される第2の反射形の鏡の目、ファセットミラーまたはミラーアレイ18の構造について、より完全に図示している。図4Aは、第2反射形の鏡の目またはミラーアレイ18について全体的に図示する見取り図である。およそ800ミリメートルの半径を有する凸状ベース表面を持つことができる凸ベース50は、多くの長方形の反射形凹形のファセット52をその上に取り付けられている。反射形凹形のファセットまたは素子52は、カラムと列に形成されたアレイ内に取り付けられている。第2の反射形の鏡の目またはミラーアレイ18のファセットまたは素子52は、製造上の容易さからは長方形とされることが望ましいが、正方形などの他の形状も、異なったアプリケーションのために望まれることもできる。ファセットまたは素子52は、およそ5×5ミリメートルの寸法であることが望ましい。凹形のファセットまたは素子52は、およそ2.100ミリメートルの半径を有することができる。ファセットまたは素子52の数は、第1の反射形の鏡の目またはミラーアレイ16の、図3Aに描かれているファセットまたは素子42の数へ1つずつ対応するともでき、あるいは第2の反射形の鏡の目またはミラーアレイ18は、マトリクスまたは格子パターンに配列されたファセットまたは素子52よりも多いが、または少ないようにされることもできる。図4Bはファセットまたは素子52の可能な長方形の形状について図示している平面図である。図4Cは、図4Bの線4C-4Cに沿って切り取られた断面図である。図4Bは、反射形凹形のファセット表面56および凹形の表面58を持っており、ファセットまたは素子52について図示している。凹形の表面58は、図4Aに描かれているベース50の凸状表面54に、あるいは何らかの他の適切な形状に、およそ合っていることができる。図4Aに描かれているように、ファセット52はベース50に取り付けられて、表面から前もって決められた距離だけ転覆して、そして前もって決められた方法でそれが傾けられるか、または角度付けされることができる。

【0020】図5A～Bは、第2の反射形の鏡の目または

ミラーアレイのファセット上の全体的に無作為に置かれたソースイメージを持つ反射形鏡の目に関する、照射および角度分布、ビューピルフィルまたは放射強度について図示している。しかしながら、この反射形鏡の目は、一般に輪状の角度分布、ビューピルフィルまたは放射強度を提供するように指向されている。この電磁波放射の角度分布、ビューピルフィルまたは放射強度はシルクハット照明、一様照明、4倍照明または他の知られた照明の様式であるかもしれない。従って、レチクルの任意の一点においてソースに向かって見返すとき、予定された、または必要な角度分布、ビューピルフィルまたは放射強度が見られる。個別のソースイメージのすべてを合計するか、あるいは加えることによって、照明野あるいは像平面においての全体的な、あるいは同一の、望ましい放射度が得られる。望ましい放射度は望ましい実施例においては実質的に一様である。図5Aは、全体的にランダムに置かれた複数のイメージあるいは照明ピクセル62から構成されている全体的に輪状のビューピルフィル60を描いている。図5Bは、望ましい照明パターンを描いている。図5Aで示した照明パターンの直径に沿って切り取られた横断面は図5Bに示された望ましいパターンに近付く。波形64は照明強度が望ましい輪状の形状を持っていることを例示する。照明ピクセル62の均一性が大きくなり、ピクセル62の数がより大きいと、それだけ望ましい照明パターンへの近似はもっと良くなる。イメージ格子は、XおよびY軸に沿っておよそソースイメージとおおよそ同じ数を提供するために第2の反射性の鏡の目あるいはミラーアレイの上において正方形であるか、あるいは六角形であることが望ましい。この対称性なしでは、コンデンサはゼロ度と90度において指向するライン幅あるいはフィーチャの間にハイアスをもたらすであろう。

【0021】図6A～Cは、アーチ状の照明野あるいは像平面66の形成を例示している。図6Aは照明野あるいは像平面66のための望ましいアーチ状の形を示す平面図である。図6Bは、図6Aで示されている、アーチ状の照明野あるいは像平面66の横の横断面についての放射度を表す。波形68は、図6Aで示された、望ましい放射度がアーチ状の照明野66の幅を横切って、実質的に一様であることを示している。アーチ状の視野66に長さ方向的に沿った放射度も同様に、実質的に一様であって、そして第1の鏡の目あるいはミラーアレイ上の照明される領域の大きさを変えることによって、調整されることが望ましい。図6Cは図6Aに示されたアーチ状の照明野66の1部を示す。実質的に一様な放射度あるいは照明が、複数の輪状の角度分布、放射強度、あるいはビューピルフィル60によって形成され、そしてグラフィックに示されている。照明70の円錐体が望ましい角分布を持っている放射、ビューピルフィル、あるいはアーチ状の照明野66を構成している放

射強度を供給する。照明70の円錐体の角度的な大きさは本発明の照射系によってコントロールされてもよい。照明野66においては、照明の円錐がフォーカス71に来て、そしてフォーカス71から去るだけとき、中央の輝が起こることは理解されるべきである。したがって、望ましい放射度と放射強度が達成されてもよい。一様な放射度が使われることが望ましい。

【0022】図7は、本発明で用いられた第1および第2の反射性の鏡の目そしてミラーアレイ上の反射性のファセットあるいは素子の配置を説明するために用いられる、座標系規則をグラフィックに示している。それぞれの反射性の鏡の目あるいはミラーアレイは4つの象限、つまり象限1、象限2、象限3および象限4に分けられる。それぞれの象限と関連しているのは、図7でカラム3から+3として示されている複数のカラムである。しかしながら、アプリケーションおよび望ましい放射度と放射強度に依存して、異なる数のカラムが利用されてもよい。さらに、それぞれの象限と結び付けられているのは、複数のローである。そしてそれは個々に識別されているのではなく、およそロー-45からロー+45までの範囲にある。したがって、図7は6つのカラムと90のローが6×90アレイを形成しているような座標系規則を示している。

【0023】図8A～8Bは、本発明の反射性の鏡の目あるいはミラーアレイを形成しているファセットあるいは要素の配置をグラフィックに示している。図8A～8Bは、以前の図に描かれていた第1あるいは第2いずれかの反射性の鏡の目またはミラーアレイに用いられていたファセットあるいは素子の傾斜をグラフィックに表している。図8Aにおいては、円72はアルファ(α)角度傾斜を表している。アルファ角傾きはX軸を中心に回転させられたY-Z平面内にある。図8Bにおいては、円74はベータ(β)角度傾斜を表している。ベータ角傾きはY軸に関して回転させられたX-Z平面内にある。ファセットの位置および場所は、Z変位と組み合わせられたアルファ(α)傾斜角度およびベータ(β)傾斜角度によって規定される。

【0024】図9A～9Cおよび10A～10Cは、第1および第2の反射性の鏡の目およびミラーアレイのための個々のファセットあるいは素子の配置を、図7および8に描かれている座標系規則を用いて、グラフィックに描いている。図9A～9Cおよび10A～10Cにおけるグラフは、主として象限1および2に関係しているとしても、象限3および4もミラーイメージまたはコンプレメンタリとして考慮され、そして図9A～9Cおよび10A～10Cにおいて待られる情報に基づいて容易に決定することができる。

【0025】図9A～Cは、第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイを形成しているファセットあるいは要素の位置を定義づける。図9Aは第1の反射性の鏡の目ま

たはミラーアレイの象限1および2におけるファセットのためのα傾斜角を表している。図9Aのグラフから決定できるように、およそ-45から+40までのファセットのそれぞれのローは、ランダムな線形の分布を持っている。α傾斜角はおよそ-10.5'から+16'の範囲にある。さらに、ランダムさは6カラムに関しておよそ1'である。これが現在望ましい実施例であるのに對して、他の類似の位置決めがアプリケーションおよび望ましい照明野と特性とに依存して利用されることもできる。図9Bは第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイのためのベータ傾斜角をグラフィックに描いている。図9Bに描かれているように、公称値の周りのランダム分布が望まれる。それ相応して、図9Bを参照すると、第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイのためのベータ傾斜角はおよそ+0.5'から+11.5'までの範囲にあり、そしておよそ1.5'のランダムさを持っている。同様に、象限3および4は、およそ-11.5'から-0.5'の範囲のベータ傾斜角を持っている。図9Cは、第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイのためのZ方向における転置をグラフィックに表している。Z転置はおよそ+4から-44ミリメートルまで分布して、そして凹形の、全体的にランダムな放物線状の分布を持っている。象限2および相応的に象限4が、より大きい公称的な下落によるより大きな変動を持っている。外のカラム+3と-3は、より少ないファセットを持っている。

【0026】図10A～Cは第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイ内のファセットまたは素子の配置をグラフィックに表している。さらに、図10A～Cからは、第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイにおいて利用されるファセットのローおよびカラムの数は、必ず1対1で第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイで利用されるファセットの数に対応する必要の無いことは明らかである。第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイは、およそ24×24アレイであることが望ましい。図10Aは第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイに関するα傾斜角をグラフィックに表している。図10Aから見ることができるように、およそ+または-4'のランダムさを持つ、およそ-10'から+4'の範囲のランダムな線形の分布がある。図10Bは第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイのためのベータ傾斜角をグラフィックに示している。図10Bから理解されるように、およそ+または-3'のランダムさがあるおよそ-0.5'から+6.5'までの範囲を持っているランダムな線形の分布がある。同様に、象限3および4は-6.5'から+0.5'のベータ傾斜角範囲を持っている。図10Cは、第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイに関するZ転置をグラフィックに表している。図10Cから理解されるように、およそ-23から+14ミリメートルまでの凸の範囲を持っているランダム分布がある。24

のカラムは格子パターンに配置される。ファセット0における大きいステップは、象限によるランダム化のためである。第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイの象限1における0に近い縦ファセットは、ランダムに第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイのファセットと対にされる。そしてそれは、象限2内の類似のファセットが正の転置を必要としている第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイ内のファセットと対にされるのに対して、負の転置を必要とする。これは第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイのセンターの近くで大きいステップを作る。

【0027】図9A～Cと、図10A～Cで示した第1および第2の反射性の鏡の目におけるファセットまたは素子の配置は、現在望ましい実施例であることが理解されるべきである。明らかに、特定のアプリケーションと望ましい放射度、そして望ましい、または要求されている放射強度に依存して、ファセットまたは素子の位置決めは修正されるかもしれないことは理解されるべきである。このような配置への変更は、本発明および特定のアプリケーションの開示を知ることによって、当業技術における通常の技術を有する者にとっては、なんらの過度の実験なしでも、容易に理解される。

【0028】さらに、用語「ランダム」または「ランダム化」は完全な無作為を意味することを意図してはいない。しかし望ましい結果を達成するために、前もって決定された方法でランダムにまたはランダム化されて配置されることを意図している。これは図11A～Bを参照していっそ完全に理解されるかもしれない。図11Aは、第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイ116によって、ソースから受け取られた照明パターン112を示している。実施例においては、照明パターンは中央掩蔽113を持っているかもしれない。同じく、照明パターン112の放射度は全体的に一様ではない。図11Bは、図11におけるライン11B～11Bに沿って得られた放射束を描写するグラフである。波形164は、距離または直径の関数として放射束の大きさを描いている。セグメント165が中央掩蔽を表現している。そして曲線ライン167は、コレクタミラーにおける極限のUV反射度における落度によって生ずる中央掩蔽近くのファセットまたはミラーからミラーのエッジにおけるファセットまたはミラーへのエネルギー移動の有意義な下落を表している。もし第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイから第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイまでのファセットまたはミラーアレイの1対1の相互関係が維持されるなら、第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイのエッジにおけるファセットまたはミラーアレイ上のソースイメージは、センターの近くのイメージよりも著しく少ないエネルギーを持つであろう。そのため、第2の鏡の目またはミラー配列において照明パターンは図5Bに描かれる理想的な分布には接近せず、し

かしその代わりに図11Bに似ているであろう。この効果を埋め合わせるために、第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイと第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイとの間の相互関係は、望ましい結果を得るために、ソースイメージを、そしてそのためにエネルギーを再分布して、第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイを横切って選択され、設計され、または位置決めされる。第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイのランダムに選択されたファセットと、第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイの特定のファセットを関連づけることによって、第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイを横断する平均分布は、望ましい実施例における図5Bに描かれた理想的な分布にいっそ密接に近付くであろう。

【0029】第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイの特定のファセットを第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイのファセットに関連づけるために、軸の場所および/またはファセットの曲率と傾きとは、第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイの望ましいファセットの近くにソースのイメージを引き起こすように調整される。第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイの上の軸の位置および/または曲率とファセットの傾きとは、第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイのファセットのイメージがフォーカスにあることを、そしてレチクル平面または照明野に一致することを保証するように計算される。この方法は、望ましい実施例において固有な、中央の掩蔽をソースから排除するか、またはマップアウトさせるために使われることができることに注意を払う必要がある。第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイのファセットと、掩蔽の中のそれらのような、ソースからさばなエネルギーを受け取る第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイのファセットを関連づけないことによって、第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイの上の放射度パターンでの中央のホールは除去されることができ、そしていっそ同一のビュービルフィルが作り出される。

【0030】もし第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイのファセットのすべての曲率が同一であるように選ばれるなら、それぞれのファセットの軸の位置、またはピストン、は第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイの選択されたファセットにおいてソースの適切なフォーカスを保証するように選ばれなくてはならない。望ましい実施例のために選ばれたように、ランダムな相互関係を選ぶとき、これは第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイの上に大きいファセットからファセットへの軸の位置変更を必要とするかもしれない。第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイの特定の象限におけるファセットが、第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイの同じ象限内のファセットに関連づけられることを可能にするだけで、これらの大きい動きは最小にされることができる。第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイの上の軸

的なファセットからファセットへの位置決めを最小にす  
る間に、この制約条件は望ましい一様な分布を維持す  
る。それそれのファセットの曲率、または光パワーが、  
第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイにおいて適切  
なフォーカスを保証するように調整されることを可能に  
することによって、ファセットからファセットへの軸的  
な位置変更は完全に除去されることができる。しかしな  
がら、第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイのそれ  
ぞれのファセットの光学パワーを変えることは、第2の  
反射性の鏡の目またはミラーアレイにおいて拡大率とソ  
ースイメージの大きさを変更させる。そのために、軸の  
配置と光パワー選択の適切なバランスが、いっそう注意  
深く望ましいビューピルフィルまたは放射強度を達成す  
るよう選ばれることができる。これは同様に、第2の  
反射性の鏡の目またはミラーアレイのファセットに適用  
されるかもしれない。第2の反射性の鏡の目またはミラ  
ーアレイのファセットの上に同一の曲率を決める実施例  
のために、それぞれのファセットの軸ロケーションはレ  
チクル平面における第1の反射性の鏡の目またはミラ  
ーアレイのファセットの適切なフォーカスを保証するよう  
選ばれなくてはならない。相関関係を特定の象限に制限  
することによって、ファセットからファセットへの軸位  
置変更は最小化され、そして、それぞれのファセットが  
異なる曲率、または光パワーを持つことを可能にす  
ることによって、除去することができる。

【0031】調整されるべき第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイの対応するファセットの傾きを可能にす  
ることによって、第2の反射性の鏡の目またはミラーア  
レイの特定のファセットを完全に満たしてはいないソ  
ースイメージのために、ビューピルフィルまたは放射強度  
はさらに操作されることができる。そのようにして、ソ  
ースイメージは第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイ  
の選択されたファセットの上のどこにでも設けられるこ  
とができる。第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイ  
のファセットの傾きは、アーチ状のレチクル平面または  
照明野においてイメージの重複を保証するように調整さ  
れなくてはならない。従って、ファセットの数を操作  
し、ファセットからファセットへと補正することによ  
って、そして第2の反射性の鏡の目またはミラーアレイの  
ファセットの大きさと、形と、場所を変更するよう、  
どんな望ましいビューピルフィルまたは放射強度も、本  
発明を実施して待ることができる。

【0032】したがって、第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイ上のファセットの数を変えることによ  
って、および/または照明領域の大きさを調整することによ  
って、本発明が均一性を調整するのを可能としている  
ことは容易に理解されるべきである。本発明は、ファセ  
ットの数を変えることによって、第1および第2の反射  
性の鏡の目またはミラーアレイのファセットの間の相互  
関係を変えることによって、第2の反射性の鏡の目また

はミラーアレイのファセットのサイズ、形状および場  
所を変えることによって、および/または第2の反射性  
の鏡の目またはミラーアレイのファセットよりも小さい  
ソースイメージに関してのみ、第1の反射性の鏡の目ま  
たはミラーアレイのファセットに適切な傾きを付け加え  
ることによって、そしてそれに従って、第2の反射性の  
鏡の目またはミラーアレイのファセットの傾きを調節す  
ることによって、第2の反射性の鏡の目またはミラーア  
レイのファセット上のソースイメージの位置を変更す  
ることによって、ビューピルフィルまたは放射強度の変  
更も可能としている。

【0033】その上、第2の反射性の鏡の目またはミラ  
ーアレイにおけるソースイメージのフォーカスは、すべ  
てのファセットに関して同等の光パワーを持つシステム  
のために第1の反射性の鏡の目またはミラーアレイの対  
応するファセットの軸位置を変更することによって、第  
1反射性の鏡の目またはミラーアレイのファセットの光  
パワーを変更することによって、および/または第1反  
射性の鏡の目またはミラーアレイのファセットの軸配置  
と光パワーとの適切な組み合わせを選択することによ  
って、維持されることができる。第2の反射性の鏡の目ま  
たはミラーアレイによるレチクルにおける第1反射する  
鏡の目またはミラーアレイのアーチ状のファセットのイ  
メージのフォーカスは、すべてのファセットに関して同  
じ光パワーを持つシステムのために、第2の反射性の鏡  
の目またはミラーアレイのファセットの軸位置を変更さ  
ることによって、第2の反射性の鏡の目またはミラ  
ーアレイのファセットの光パワーを変更させることによ  
って、および/または軸位置決めと第2の反射性の鏡の目  
またはミラーアレイの光パワーとの適切な組み合わせを  
選択することによって、維持されることが可能である。  
さらに、望ましくない掩蔽は、第1の反射性の鏡の目ま  
たはミラーアレイの、第2の反射性の鏡の目またはミラ  
ーアレイの対応するファセットに、相互関係していない  
小さなエネルギーを持つファセットによって除去され  
ることもできる。

【0034】本発明は、大いにフォトリングラフィを推  
進する、特に極紫外線の波長領域における電磁放射を使  
用している、または一般的に1ナノメータから15ナ  
ノメートルにまで及ぶ波長を使っているフォトリングラ  
フィを推進する。本発明は、イメージされるフィーチャ  
サイズが0.025ミクロン程度に小さい適切な投影光  
字装置と組み合わせられる照射装置を提供する。さら  
に、本発明は、望ましい角分布または放射強度を持って  
いる望ましい放射度が、感光性の基板上にレチクルのイ  
メージを投影するのに使用されることを可能にする。し  
たがって、本発明はコンパクトなパッケージ内にあ  
って、高効率で望ましい放射強度または角度分布を提供す  
る。

【0035】放射強度を示すために使われる用語「ビュ

ービルフィル」は、時にビュービルフィルとも呼ばれるビュービルにおける放射分布と混同すべきではない。それそのの視野ポイントからの、マスクからビュービルまで戻って観察できる放射強度が、ビュービルにおける放射度分布と必ずしも同じである必要はないことを悟るのは重要である。1つの例としては、放射度分布が一様であるとしても、しかしマスクまたはレチクルの右半分は円の右半分である放射強度を持っており、そしてマスクまたはレチクルの左半分は円の左半分における放射強度を持っていることもある。

【O C 3 6】本発明が描かれて、そして望ましい実施例に関する説明がされたが、本発明の精神と範囲から外れることなく、変更が行われ得ることは理解されるべきである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の照明装置の概要図である。

【図 2】投影光学装置と組み合わせられた、本発明の照明装置を示す概要図である。

【図 3】本発明の、第 1 の反射形鏡の目、ファセットミラーまたはミラーアレイについて図示している見取り図と、単一の素子またはファセットのアーチ形の形状について図示する立面図と、そして線 3 C - 3 C に沿って切り取られた断面図である。

【図 4】第 2 の反射形鏡の目、ファセットミラーまたはミラーアレイについて図示する概略図と、単一の素子またはファセットの長方形の形状について図示する立面図と、そして線 4 C - 4 C に沿って切り取られた断面図である。

【図 5】輪状の照明ビュービルフィルについて図示する平面図と、輪状の照明パターンの照射プロフィールについて図示するグラフである。

【図 6】アーチ形の照明野について図示する平面図と、図示された照明野の線 6 B - 6 B に沿って切り取られた側部セクションの照射プロフィールについて図示するグラフと、そして照明野の 1 部分について図示する概略見取り図である。

【図 7】第 1 および第 2 の反射形鏡の目またはミラーアレイにおける描写用素子またはファセットのプレースメントにおいて利用される座標規準のグラフィックな説明図である。

【図 8】第 1 および第 2 の反射形鏡の目またはミラーアレイにおける素子またはファセットのアルファ傾斜角度表面偏倚についてのグラフィックな説明図と、第 1 および第 2 反射形の鏡の目またはミラーアレイにおける 1 つの素子またはファセットのベータ傾斜角度表面偏倚についてのグラフィックな説明図である。

【図 9 A】第 1 の反射形鏡の目またはミラーアレイにおける、ファセットまたは素子それぞれのアルファ傾斜についてのグラフィカルな説明図である。

【図 9 B】第 1 の反射形鏡の目またはミラーアレイにお

ける素子またはファセットそれぞれのベータ傾斜についてのグラフィックな説明図である。

【図 9 C】第 1 の反射形鏡の目またはミラーアレイにおけるファセットまたは素子それぞれの Z 軸位置についてのグラフィックな説明図である。

【図 10 A】第 2 の反射形鏡の目またはミラーアレイにおけるファセットまたは素子それぞれのアルファ傾斜角度についてのグラフィックな説明図である。

【図 10 B】反射形第 2 の鏡の目またはミラーアレイにおける素子またはファセットそれぞれのベータ傾斜角度についてのグラフィックな説明図である。

【図 10 C】第 2 の反射形鏡の目またはミラーアレイにおけるファセットまたは素子それぞれの Z 軸位置についてのグラフィックな説明図である。

【図 11】第 1 の鏡の目またはミラーアレイ上で受け取られるソースからの照射を説明する概略平面図と、線 1 B - 1 B に沿って結果として生じる放射束について表現したグラフである。

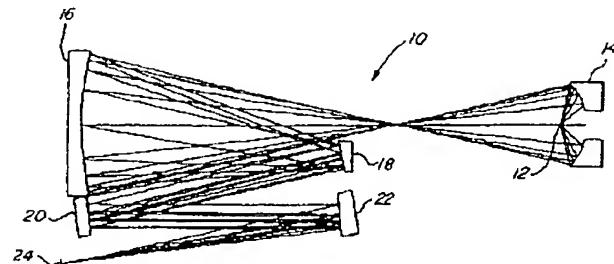
#### 【符号の説明】

- 1 0 コンデンサ
- 1 1 投影光学装置
- 1 2 ソース
- 1 4 反射鏡
- 1 6 第 1 反射形鏡の目
- 1 8 第 2 反射形鏡の目
- 2 0 第 1 光学素子
- 2 2 第 2 光学素子
- 2 4 照明野
- 2 6 レチクル
- 2 8 盖板
- 3 0 第 1 ミラー
- 3 2 第 2 ミラー
- 3 4 第 3 ミラー
- 3 6 第 4 ミラー
- 3 8 第 5 ミラー
- 4 0 第 6 ミラー
- 4 1 ベース
- 4 2 反射形ファセットまたは素子
- 4 4 ベース表面
- 4 6 反射形凹形の表面
- 4 8 凸状表面
- 5 2 ファセット
- 5 4 凸状表面
- 5 6 凹形の表面
- 6 0 ビュービルフィル
- 6 2 ピクセル
- 6 4 波形
- 6 6 像平面
- 6 8 波形
- 7 0 照明

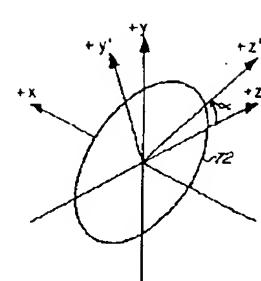
71 フォーカス  
74 円  
112 照明パターン  
113 中央掩蔽

116 ミラーアレイ  
164 波形  
165 セグメント

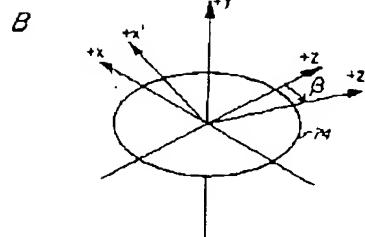
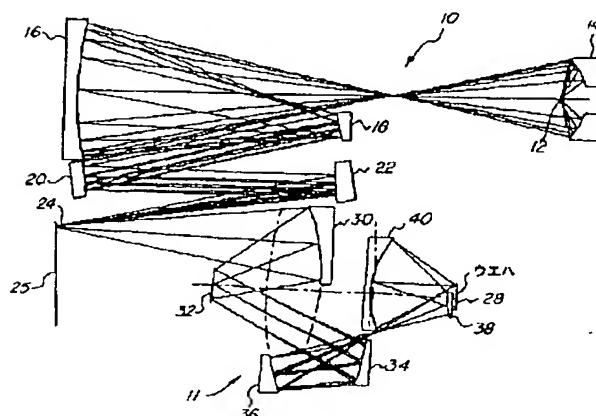
〔図1〕



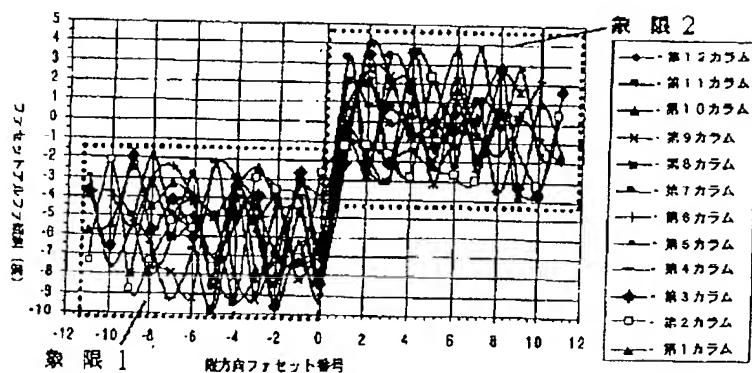
〔図8〕



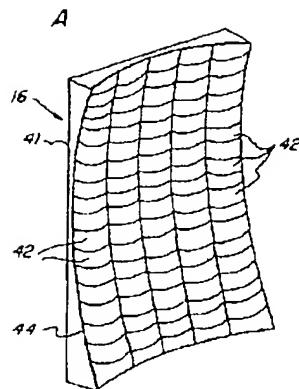
〔図2〕



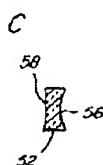
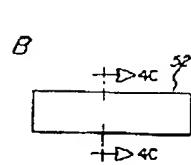
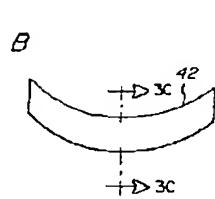
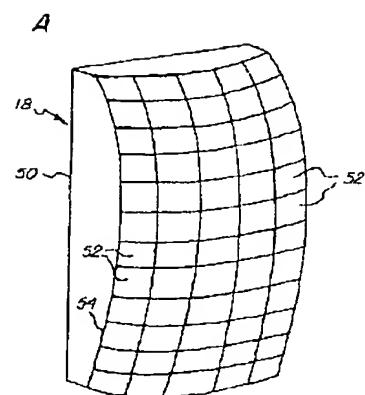
〔図10A〕



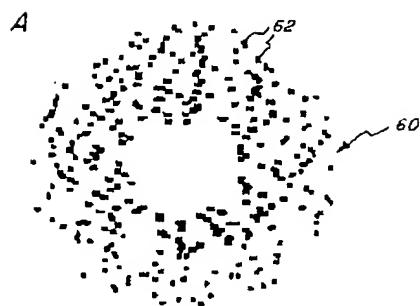
[図3]



[図4]



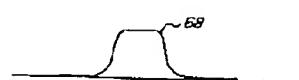
[図5]



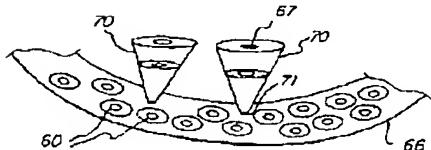
A



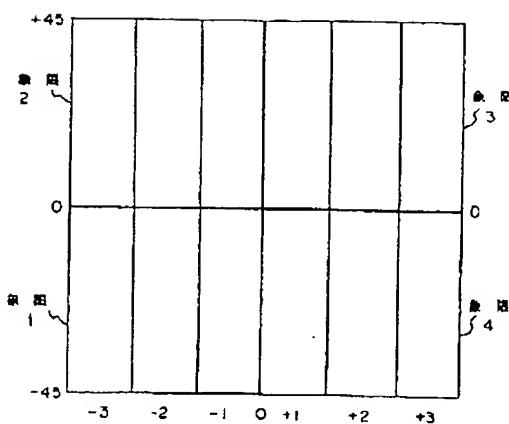
B



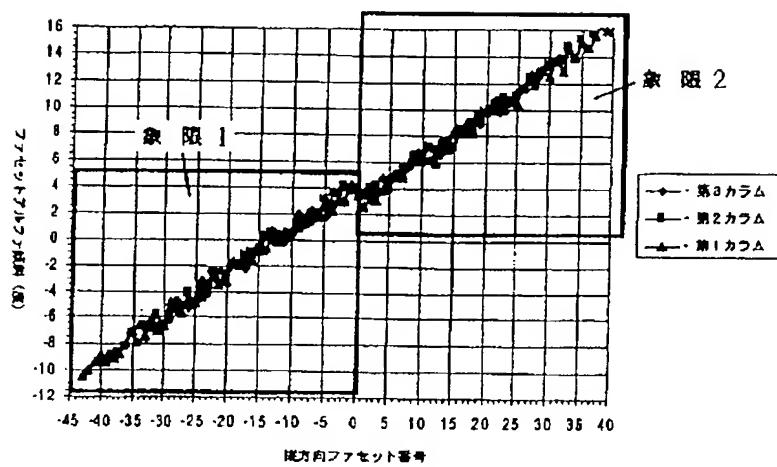
C



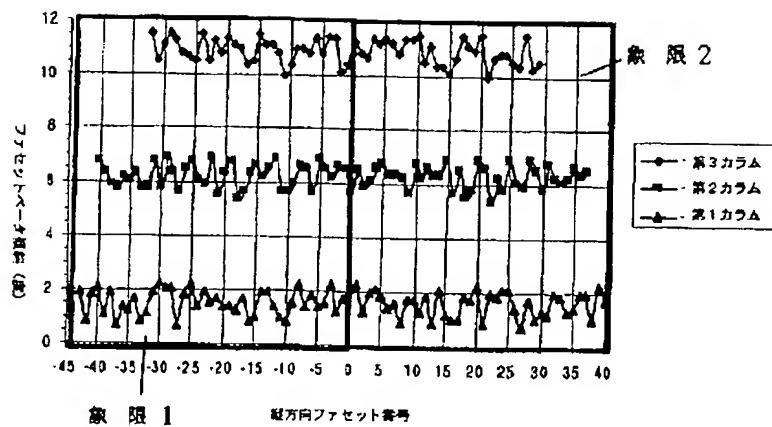
【図 7】



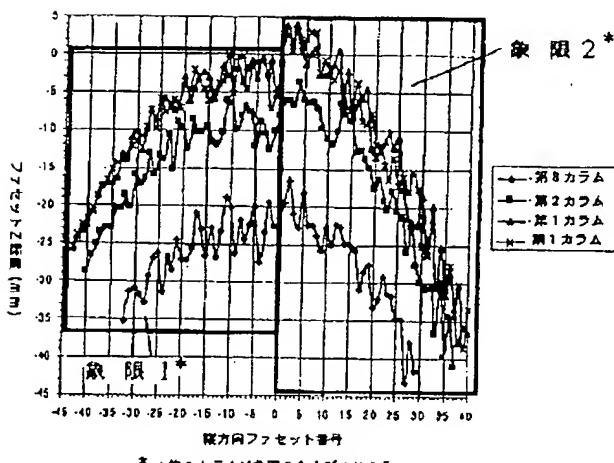
【図 9 A】



【図9B】

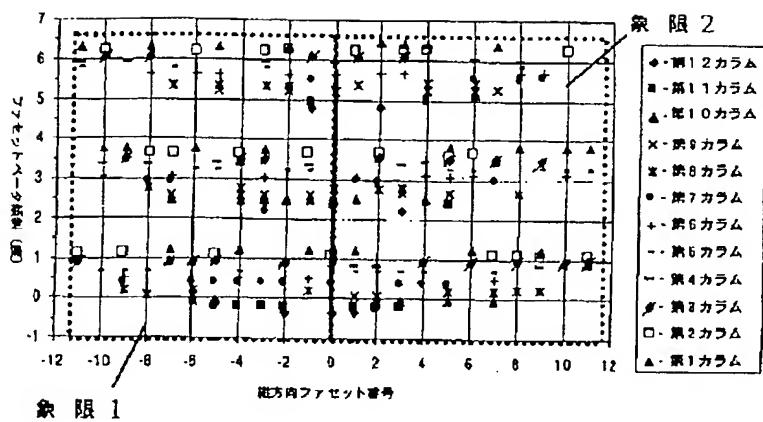


【図9C】

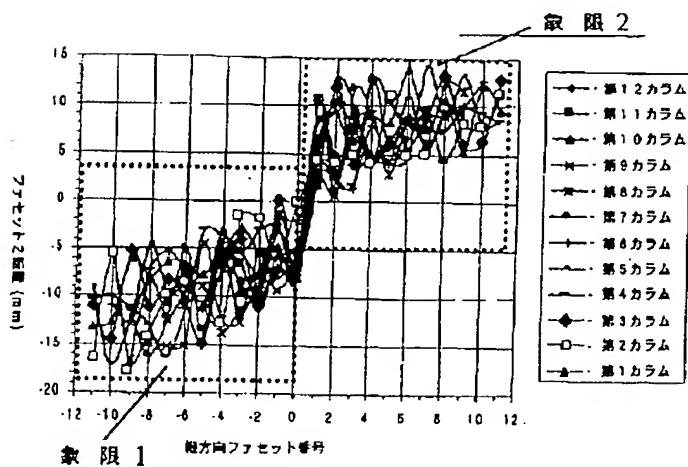


\* +第1カラムは図9Bおよび4にある

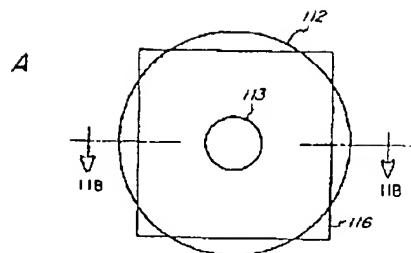
[図 10B]



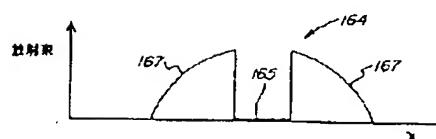
[図 10C]



(図11)



B



---

フロントページの続き

(72)発明者 ジョーゼフ エム クニック  
アメリカ合衆国 ニューハンプシャー ハ  
ドソン ロイ ドライウ 26